

# 额叶在启动效应中的作用机制： 对额叶损伤病人颜色命名和词命名任务的分析\*

杨炯炯<sup>1</sup> 翁旭初<sup>2</sup> 管林初<sup>2</sup> 匡培梓<sup>2</sup> 张懋植<sup>3</sup> 孙伟建<sup>4</sup> 于生元<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>北京大学心理学系,北京 100871) (<sup>2</sup>中国科学院心理研究所,北京 100101)

(<sup>3</sup>首都医科大学附属北京天坛医院神经外科,北京 100050)

(<sup>4</sup>中国人民解放军 307 医院神经外科,北京 100853) (<sup>5</sup>中国人民解放军总医院神经内科,北京 100853)

**摘要** 以额叶损伤病人为被试,探讨在知觉型联想启动和知觉启动中,额叶的作用及其内在机制。实验任务包括颜色命名和词命名任务,以及相应的再认任务。结果表明,额叶损伤病人在颜色命名和词命名任务中,对旧词和重组颜色词的命名时间都没有明显差别,联想启动和颜色启动效应受损,但轻度记忆损伤病人与正常对照组之间的再认成绩相似。相关分析发现联想启动和颜色启动与额叶的多项功能有中度相关。这表明,额叶参与了知觉型联想启动效应和知觉启动,并且与其抑制和注意等执行功能有关。

**关键词** 联想启动,知觉启动,额叶,内隐记忆,执行功能。

**分类号** B842

## 1 前言

对遗忘症病人的研究在探讨启动效应与脑的关系中起着重要作用<sup>[1~3]</sup>,而通过对其它病人的研究,如 Alzheimer's 病人、枕叶和额叶损伤的病人<sup>[4,5]</sup>,可以了解其它脑区在启动效应中的作用,明确启动效应所依赖的神经基础。近年的研究表明,额叶(frontal lobe, FL)参与了多种形式的内隐记忆,如语义启动、程序性记忆等<sup>[6~9]</sup>。我们已往的结果也表明,FL 损伤病人在形成项目间联系的联想启动中受损,非相关词对间的联系形成是需要语义加工完成的,以此作为两个词之间的粘合剂,而额叶是与语义加工相关的重要脑区之一,因此额叶损伤也会影响联想启动效应<sup>[10]</sup>。

但联想启动也可以在知觉水平上形成<sup>[11,12]</sup>。当项目或特性间的联系较容易形成时,如对于颜色与词之间的联系,深加工并不是必需的,在浅加工下也可以形成联想启动<sup>[10]</sup>。尚不清楚这种知觉型联想启动是否也需要 FL 参与,即在形成项目与其特性的联系时,FL 是否还可以通过除语义加工之外的其它机制参与联想启动。例如,如果知觉型联想启动不需要 FL 参与,那么 FL 损伤的病人在以颜色词

为材料的联想启动任务中会表现正常;反之,他们仍会表现出新异联系形成的障碍。

知觉启动也是启动效应中较为重要的形式之一<sup>[13]</sup>。采用颜色词的研究证实,无论是颜色命名还是词命名(知觉启动范式),正常大学生读旧词的时间均明显短于重组颜色词,联想启动表现出与知觉启动相似的结果,即形成词与颜色间的联系与加工水平无关<sup>[14]</sup>。这提示,知觉性联想启动与知觉启动具有相似的加工机制。目前尚不清楚额叶是否在此类知觉启动中也起一定作用,其脑机制是否与它在联想启动中的相似。

颜色命名任务是一种较为公认的测定联想启动效应的实验范式<sup>[15,16]</sup>。被试说出词的名称是自动的,而说出词的颜色则需要抑制说出词的自动反应。另一方面,颜色作为词的一个知觉特性,与词成为一个整体。Musen 和 O'Neill 曾采用颜色命名任务,发现经过单次学习,被试就可以无意识形成词与颜色之间的联系<sup>[15]</sup>。相对来说,词命名任务所测定的是知觉启动效应,它比颜色命名容易,这时颜色是作为词的一个知觉特性来提取的,旧词与重组颜色词间的差别在于后者是改变了学习词的颜色属性。但是颜色和词仍属于两个不同的特性,当需要将它们

收稿日期:2003-01-20

\*国家自然科学基金项目资助(批准号 30000054)。

通讯作者:杨炯炯, E-mail: yangjj@pku.edu.cn

二者联结为单个表征时,就必须通过联结捆绑的作用。只有这样,才能将用不同颜色呈现的词与相同颜色呈现的词区分开来<sup>[3]</sup>。

本研究采用颜色命名任务探讨额叶在知觉型联想启动的作用,同时采用词命名方法测定被试的知觉启动,以明确额叶在启动效应中的作用是否具有一般的机制。学习阶段被试判断对颜色词的喜爱程度,然后进行颜色命名(或词命名)和再认测验;之后进行另一阶段的学习,再进行词命名(或颜色命名)和再认测验。其中所有被试均进行了颜色命名实验,而对照组 18 名及 FL 组各有 11 名被试(第 15~25 号被试)进行了词命名。两种命名任务的顺序在被试间平衡。

## 2 被 试

共有 25 例额叶受损病人和 18 例年龄、性别、文化与病人相匹配的正常被试,年龄分别为  $35.24 \pm 7.68$  岁和  $34.89 \pm 11.58$  岁,受教育年限分别为  $12.04 \pm 3.30$  年和  $11.72 \pm 3.14$  年。其中左额叶受损者 15 例,右额叶受损者 10 例。额叶损伤病人主要来自北京天坛医院、中国人民解放军 307 医院和 301 医院的神经外科病房,所有病人都没有失语、失读、失用、失认和重度偏瘫等症,既往无其它神经系统疾病、无家族性或遗传性神经及精神系统疾患。其视力或矫正视力正常。

在 25 例脑损伤患者中,除 1 例为脑外伤外,其余全部是脑肿瘤病人,疾病分类依据术后的病理报告。2 例为复发患者,其余病人均为初次发病。病人的症状有头痛(23 例)、头晕(23 例)、癫痫发作(19 例)、记忆力下降(4 例)和视物变大(1 例)等。患者的病变部位均经 CT 或 MRI 明确诊断,并经主管医师确定。病变范围常不只累及一个脑回,被侵及或(水肿带)压迫的区域包括额上回、额中回、额下回及白质区域、侧脑室额角和扣带回等,但其共同部位为额叶。

所有被试均进行了韦氏记忆量表(Wechsler Memory Scale—Revised, WMS-R)、威斯康星卡片分类测验(Wisconsin Card Sorting Test, WCST)和语词流畅性测验<sup>[10]</sup>,以检测额叶损伤病人的额叶功能,如分类、抑制和语词加工等。对 WMS-R 的统计检验表明,FL 组被试在图片回忆、再生、联想记忆、故事理解及记忆商(memory quotient, MQ)等项目上与对照组有明显差异,  $p < 0.05$ ,这说明虽然额叶受损不足以造成遗忘症,但记忆力仍有一定程度

的下降。参照其它启动效应的研究,我们以 MQ 80 作为记忆障碍严重程度的标准,以便结果的相互比较。轻度(20 例)、重度记忆障碍病人(5 例)之间的 MQ 具有显著性差异( $95.90 \pm 12.26$  和  $70.40 \pm 7.27$ ),但轻度记忆障碍病人和对照组间的 MQ 差别不显著,提示他们的记忆力尚属于正常水平。额叶损伤组的 WCST 各项分测验成绩均比正常组差,各项指标的组间差异均具有显著性,其中坚持性反应数(preservative response, PR)和坚持性错误数(preservative errors, PE)较高,提示额叶损伤病人的分类、概括和抑制等功能均有明显减退。

## 3 实验方法

本研究分为实验 1 和实验 2,它们都包括学习、100 减 7 的干扰任务、命名任务和再认测验,其区别在于命名任务:实验 1 中为颜色命名任务,而实验 2 中为词命名任务。两个实验的顺序在被试间进行平衡化处理。其中所有被试均进行了颜色命名实验,而对照组 18 名及 FL 组各有 11 名被试(第 15~25 号被试)进行了词命名。

### 3.1 实验材料

共有 81 个双字词,其中 72 个词作为正式测验材料,另有 4 个词用作练习,5 个作为学习时的填充词(其中 3 个在学习开始,2 个在学习结束时呈现,以避免首因效应和近因效应)。所有的双字词均为抽象词,各个词之间没有明显的语义或其它联系。72 个正式测验材料又分为两组,每组 36 个,分别用于实验 1 和实验 2,它们在词频和笔画数上匹配。将两组实验材料均分为 3 个组块,其中两个组块在学习时出现,并分别用作测验时的旧词和重组颜色词,另一组块只在测验时用作新词,其词频和笔画数在组块间匹配。与双字词搭配的颜色为黄色、蓝色、绿色和粉红色。实验材料进行拉丁方设计,使每个组块中的词作为不同的词类型的几率相等。

### 3.2 实验程序

被试位于距屏幕 60cm 处,靶刺激呈现的视角为 0.69 度。在学习阶段,要求被试同时注意词与颜色,以将词与颜色联系在一起,使之成为一个整体。要求被试首先说出词的颜色,然后判断他们对所呈现词的喜爱程度(喜爱、一般、不喜欢)。每个颜色词呈现 4 秒,之后消失,以“十”字代替,2 秒后自动呈现下一个,共 24 个词。之后要求被试从 100 连续减 3,共 3 分钟,然后被试完成颜色命名或词命名和相应的再认测验。颜色命名时要求被试将词的颜色又

快又准确地说出来,而词命名则要求被试将词的名称又快又准确地说出来,均有 36 个词。被试命名之后颜色词消失,以“十”字代替,1 秒钟后自动呈现下一个颜色词,计算机记录反应时,主试记录正确率。再认测验则要求判断词的颜色与学习时是否相同,

其中一半与学习时的颜色相同,一半不同。每个颜色词呈现 2 秒后消失,间隔 1 秒之后自动呈现下一个词。计算机记录被试的反应正确率。学习和测验时均先练习 4 个词,以熟悉实验程序。

Table 1. Basic information for FL lesioned patients

patient	Hemisphere	gender	Age (year)	Education (year)	Pathology of the brain tumor	MQ	PR	PE	Word fluency <sup>*</sup>
1	Left	male	44	9	Oligodendroglioma	88	115	85	6
2	Right	male	37	19	Astrocytic gliomas	109	17	15	16
3	Right	male	32	12	Astrocytic gliomas	89	31	26	12
4	Right	male	27	19	brain injured	135	79	58	5
5	Right	female	30	12	Malignant gliomas	91	66	54	10
6	Left	male	38	12	Astrocytic gliomas	80	58	48	6
7	Right	male	46	6	Malignant gliomas	64	69	47	6
8	Left	female	29	12	Oligodendroglioma	93	15	15	16
9	Right	female	39	16	Astrocytic gliomas	104	37	31	12
10	Right	male	43	9	Oligodendroglioma	96	25	21	10
11	Left	male	35	16	Oligodendroglioma	93	40	40	8
12	Left	male	38	12	Astrocytic gliomas	84	26	26	12
13	Left	female	29	12	Astrocytic gliomas	89	28	26	11
14	Left	male	35	12	Astrocytic gliomas	100	23	21	18
15	Right	male	34	9	Oligodendroglioma	94	48	38	10
16	Left	male	38	16	meningiomas	93	26	23	13
17	Right	male	27	9	meningiomas	83	64	57	10
18	Right	male	36	9	astrocytic gliomas	84	50	38	7
19	Left	male	36	16	oligodendroglioma	76	56	42	6
20	Left	male	38	12	oligodendroglioma	64	67	53	10
21	Left	male	58	12	metastatic tumor	68	102	87	10
22	Left	male	37	16	astrocytic gliomas	90	47	41	8
23	Left	male	21	9	astrocytic gliomas	96	24	24	7
24	Left	male	26	12	astrocytic gliomas	115	17	17	6
25	Left	male	28	12	astrocytic gliomas	92	28	22	9

Notes: <sup>\*</sup> the score of word fluency was the mean number of three kinds of examples that subjects could speak in a minute.

PR: preservative response, one of the scores in WCST

PE: preservative error, one of the scores in WCST

### 3.3 统计方法

采用 2 × 3 设计,其中组间变量为分组(额叶组 FL,正常对照组 NC),组内变量为词的类型(旧词,重组颜色词,新词)。将被试的各项测验结果采用 SPSS 软件包进行统计,并与神经心理学指标作相关分析(包括被试的一般情况、WMS 各项分测验及 MQ、WCST 成绩、3 项语词流畅性成绩的平均值)。

## 4 实验结果

### 4.1 颜色命名的实验结果

对 RT 的方差分析表明,词类型与组间的交互作用具有显著性,  $F(2, 82) = 4.97, p < 0.009$ ,词类型和组间的主效应明显,  $F(2, 82) = 16.91, p < 0.001$ 和  $F(1, 41) = 8.36, p < 0.006$ 。进一步检验可见,FL 组和 NC 组的重组颜色词与新词间的差别均具有显著性,  $t(24) = 4.39, p < 0.001, t(17) = 8.64, p < 0.001$ ,提示项目启动正常,但只有正常被试对旧词的 RT 短于重组颜色词,显示出正常的联想启动效应,  $t(17) = 5.31, p < 0.001$ ,而 FL 组被试读旧词的时间比重组颜色词长,但没有显著性差

别,  $t(24) = 1.00, p = 0.33$ 。轻度记忆障碍病人的旧词与重组颜色词的 RT 没有明显差别,  $t(8) = 0.75, p = 0.47$ , 提示轻度记忆障碍病人的颜色启动效应同样受损。左右半球间的联想启动值没有显著差异,  $t(23) = 1.40, p = 0.18$ 。三种类型词的命名正确率均无明显差别,  $p > 0.05$ 。

**Table 2** The relation between associative priming and the degree of memory deficit(ms) (M  $\pm$ SD)

Group	Degree of memory deficit	Old words	Recombined words	New words
FL lesions	Mild	897 $\pm$ 211	884 $\pm$ 199	960 $\pm$ 211
	Severe	1205 $\pm$ 308	1155 $\pm$ 300	1243 $\pm$ 301
	Total	1048 $\pm$ 310	1036 $\pm$ 304	1095 $\pm$ 316
	Control	808 $\pm$ 143	840 $\pm$ 148	863 $\pm$ 147

采用 SPSS 进行各因素间的相关分析发现, 与联想启动值相关程度较高的有 ( $p < 0.05$ , 2 tailed): 100 - 1 (0.32)、背数 (0.42)、MQ (0.47)、分类次数 (-0.42)、PR (-0.46)、PE (-0.45)、概括力水平 (0.40)、语词流畅性 (0.40) 和记忆障碍程度 (-0.49), 而项目启动值与 MQ 之间的相关系数为 0.34,  $p = 0.17$ 。

对再认成绩的统计表明, FL 组的  $d$  值 (0.56  $\pm$  0.55) 与对照组 (0.83  $\pm$  0.44) 之间没有显著性差别,  $t(41) = 1.71, p = 0.10$ 。其中, 轻度记忆障碍病人的  $d$  值 (0.68  $\pm$  0.54) 与对照组无明显差别,  $t(36) = 0.92, p = 0.36$ 。重度记忆障碍的  $d$  值 (0.09  $\pm$  0.20) 与对照组有明显差别,  $t(21) = 3.60, p < 0.002$ 。

#### 4.2 词命名的实验结果

对 RT 的方差分析表明, 词类型与组间的交互作用没有显著性,  $F(2, 54) = 0.91, p > 0.05$ , 词类型的主效应明显,  $F(2, 54) = 25.61, p < 0.001$ , 而组间的主效应不明显,  $F(1, 27) = 0.53, p = 0.47$ 。进一步检验可见, FL 组和 NC 组的重组颜色词与新词间的差别均具有显著性,  $t(10) = 2.27, p < 0.001$  和  $t(17) = 5.94, p < 0.001$ , 提示项目启动正常。只有正常被试对旧词的命名时间短于重组颜色词, 显示出正常的联想启动效应,  $t(17) = 4.20, p < 0.001$ , 而 FL 组被试命名旧词和重组颜色词的时间没有明显差别,  $t(10) = 0.29, p = 0.78$ 。轻度记忆障碍病人的旧词与重组颜色词之间相比,  $t(8) = 0.71, p = 0.50$ , 提示轻度记忆障碍病人的颜色启动效应受损。左右半球间的颜色启动值没有显著差异,  $t(9) = 0.56, p > 0.05$ 。三种类型词的命名正确率

均无明显差别,  $p > 0.05$ 。

采用 SPSS 进行各因素间的相关分析发现, 与颜色启动值相关程度较高的有 ( $p < 0.05$ , 2 tailed) PR (0.47)、语词流畅性 (0.34), 与 MQ (0.07) 等的相关较低, 均未达到显著性水平。

**Table 3** The relation between perceptual priming and the degree of memory deficit(ms) (M  $\pm$ SD)

Group	Degree of memory deficit	Old words	Recombined words	New words
FL lesions	Mild	686 $\pm$ 151	694 $\pm$ 143	727 $\pm$ 191
	Severe	732 $\pm$ 255	714 $\pm$ 261	824 $\pm$ 298
	Total	695 $\pm$ 158	697 $\pm$ 152	745 $\pm$ 199
Control		649 $\pm$ 121	670 $\pm$ 118	702 $\pm$ 114

对再认成绩的统计表明, FL 组的  $d$  值 (0.47  $\pm$  0.22) 与对照组 (0.76  $\pm$  0.25) 之间有显著性差别,  $t(27) = 2.51, p < 0.02$ 。其中, 轻度记忆障碍病人 (9 例) 的  $d$  值 (0.52  $\pm$  0.18) 与对照组无明显差别,  $t(25) = 1.99, p = 0.06$ 。重度记忆障碍 (2 例) 的  $d$  值 (0.22  $\pm$  0.31) 与对照组有明显差别,  $t(18) = 2.87, p < 0.05$ 。

## 5 讨论

本研究采用颜色命名和词命名任务探讨额叶在启动效应中的作用机制。结果表明, 在颜色命名中, FL 损伤病人命名旧词的时间与重组颜色词间没有明显差异。在轻度记忆障碍病人中, 其联想启动受损, 但其再认成绩与对照组相比没有明显差别。在词命名中 FL 损伤病人表现出了相似的实验结果。两个实验的结果提示额叶在形成项目与其特性的联想启动, 以及知觉启动中均起着一定作用。

在颜色命名任务中, FL 受损后的旧词与重组颜色词的命名时间没有显著差别, 提示 FL 参与了颜色词的联想启动。相关分析发现, 联想启动值与 PR、PE 和语词流畅性均呈中度相关, 提示 FL 的抑制干扰能力、选择性注意、组织、策略运用和言语输出等功能与颜色词的联想启动有关。以往的研究结果表明, 注意是影响项目及其特性间联系的因素之一<sup>[14]</sup>, 在颜色词的加工中, 我们采用的是抽象词, 而且只有 4 种颜色与词连在一起, 颜色词之间的干扰较大, 可区分性小; 而 FL 损伤后会抑制功能减弱, 选择性注意能力降低, 因而在颜色和词之间形成联系对 FL 损伤的被试较为困难, 联结过程受损。而且在提取过程中, 由于说出一个词是自动的, 被试

在命名颜色时会受到想说词的干扰。实验结果也发现,FL 组病人命名颜色的时间明显长于其它两组,这提示 FL 损伤后的抑制功能减弱等会使提取过程发生障碍,从而影响联想启动。

FL 损伤后对词命名的影响比颜色命名小,但在轻度记忆障碍患者中仍出现了颜色启动和再认的分离,即颜色启动受损而再认成绩相对正常,提示 FL 参与了知觉启动。词本身等是词命名任务中最重要的因素,颜色并不是必需的,当不要求被试注意词的颜色时,颜色的改变并不影响启动效应,选择性注意能力是一个重要的影响因素<sup>[17]</sup>,研究也表明,在分散注意条件下不能形成对非词的联想启动效应<sup>[18]</sup>。额叶与颜色加工和选择性注意过程都有密切关系。除了视觉通道的 V1、V2 和 V4 区与加工有颜色的物体相关外,梭状回、海马区和前额叶等也参与其中<sup>[19]</sup>。额叶在将感觉输入与其它信息相联系、选择与任务相关的信息、并反馈至后皮质区的过程中起重要作用<sup>[20]</sup>,FL 损伤后会破坏这一过程,选择性注意能力降低<sup>[21]</sup>。在实验 2 中,虽然被试在学习时对颜色和词均进行了一定的加工,使它们结合在一起,但在测试时,FL 损伤的被试可能会将有限的注意力集中于词本身,对词的颜色变化注意较少,由于旧词和重组颜色词中的词都是被试在学习时见过的,因而它们的命名时间没有差异。除了这种可能机制外,相关分析还表明,WCSST 的 PR、语词流畅性等与颜色启动的负相关程度较高,即在 WCSST 测验中表现出的障碍越严重,其内隐记忆成绩越差。因而,引起 FL 受损后词命名障碍的原因是多方面的,它与选择性注意、抑制功能减弱和语词流畅性等均有关。

近年来,FL 与内隐记忆的关系已被一些实验所证实<sup>[6~9]</sup>,如 FL 功能与补笔任务有一定的相关性;FL 中介了语义启动,当重复语义加工时,左下前额叶的血流量明显减少。Swick 的实验以 11 例背外侧前额叶损伤病人为被试,发现他们在词汇判断任务中的启动效应与正常对照组相似,但采用 ERP 的研究表明,额叶损伤病人的 300ms 至 500ms 的 ERP 正波波幅减小,提示额叶在词汇加工和启动任务中起着一定作用<sup>[22]</sup>。本研究对额叶与内隐记忆的关系提供了进一步的行为依据,证实了 FL 与知觉启动的相关性,并且通过相关分析表明,FL 是通过抑制无关信息、选择性注意、策略运用和语词输出等机制中介知觉型联想启动和知觉启动。

额叶的重要功能之一是具有监控不同的认知过

程的执行功能,即许多认知加工过程的协同操作。正常的执行功能可使人们在面对需要迅速做出决定的问题时,从众多的信息中选择必要的信息,实施计划行为。而执行功能障碍的患者,则往往表现出认知、情绪和社会功能等方面的异常<sup>[23]</sup>。Robbins 对额叶损伤病人的研究结果也提示,额叶参与学习记忆过程与一种或多种执行功能有关<sup>[24]</sup>。在本研究中,额叶损伤病人所表现出的抑制无关信息和优势反应的能力降低、分类、概括能力下降等都是额叶执行功能下降的表现。结合以往的研究结果,可以认为,额叶以这种较为一般的机制参与了启动效应,即当任务需要语义加工、抑制无关信息和优势反应、选择性注意参与及有效的策略运用等认知过程时,FL 会参与其中。Slavin 等的研究也表明,抑制无关刺激的功能在启动任务中起着一定作用<sup>[25]</sup>。此外,在相关分析中发现,联想启动与 PR、PE、语词流畅性等 FL 功能的指标有中度相关,但知觉启动仅与 PR、语词流畅性相关,这提示两种启动效应对额叶功能的依赖程度有所不同,FL 在知觉型联想启动的作用要比在知觉启动中的明显。

近年来,认知神经心理学的研究已由单纯的成组分析发展为成组分析和个案报道并存。由于成组分析的被试数量较多,其结果具有一定的代表性,并且它对于认知模型的建立很有帮助。本研究也采用了成组研究的方法,但同时会有其固有的不足,即不能保证被试之间完全的同质性,如脑损伤的程度和部位不尽相同,损伤后的代偿能力也不一样等<sup>[26]</sup>,这样就不能将认知功能与脑结构间的关系很精细地确定,因为很可能只有其中一个或一些部位与缺损功能有关,但它(们)常与其它部位同时受累。因此,在今后的研究中将采用成组研究和个案分析相互补充的方法,更深入地揭示启动效应的脑机制。

## 参 考 文 献

- 1 Schacter D L, Buckner R L. Priming and the brain. *Neuron*, 1998, 20: 1 ~ 20
- 2 Tulving E, Schacter D L. Priming and human memory system. *Science*, 1990, 247: 301 ~ 306
- 3 Curran T, Schacter D L. Implicit memory: what must theories of amnesia explain? *Memory*, 1997, 5 (1/2): 37 ~ 47
- 4 Keane M M, Gabrieli J D E, Mapstone H C, et al. Double dissociation of memory capacities after bilateral occipital - lobe or medial temporal - lobe lesions. *Brain*, 1995, 118: 1129 ~ 1148
- 5 Fleischman D A, Vaidya C J, Lange K L, et al. A dissociation between perceptual explicit and implicit memory processes. *Brain and*

- Cognition, 1997, 35: 42 ~ 57
- 6 Berns G S, Cohen J D, Mintun M A. Brain regions responsive to novelty in the absence of awareness. *Science*, 1997, 276: 1272 ~ 1275
  - 7 Badgaiyan R D, Posner M I. Time course of cortical activations in implicit and explicit recalls. *Journal of Neuroscience*, 1997, 17 (12): 4904 ~ 4913
  - 8 Gabrieli J D E, Poldrack R A, Desmond, J E. The role of left prefrontal cortex in language and memory. *Proceedings of National Academy of Sciences in USA*, 1998, 95: 906 ~ 913
  - 9 Badgaiyan R D, Schacter D L, Alpert N M. Priming within and across modalities: exploring the nature of rCBF increase and decrease. *NeuroImage*, 2001, 13: 272 ~ 282
  - 10 Yang J, Weng X, Guan L, et al. Frontal lobe Participated in Priming for New Associations: An Evidence from Frontal Lesioned Patients (in Chinese). *Acta Psychological Sinica*, 2002, 34 (1): 36 ~ 42  
(杨炯炯, 翁旭初, 管林初等. 额叶参与对新异联系的启动效应<sup>44</sup>来自脑损伤病人的证据. *心理学报*, 2002, 34 (1): 36 ~ 42)
  - 11 Goshen - Gottstein Y, Moscovitch M. Repetition priming for newly formed and preexisting associations: perceptual and conceptual influences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1995, 21 (5): 1229 ~ 1248
  - 12 Graf P, Schacter D L. Unitization and grouping mediate dissociations in memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1989, 15 (9): 930 ~ 940
  - 13 Schacter D L. Priming and multiple memory systems: perceptual mechanisms of implicit memory. In Schacter D L, Tulving E ed. *Memory Systems 1994*. Cambridge: MIT press, 1994. 233 ~ 268
  - 14 Yang J, Weng X, Guan L, et al. Associative priming and perceptual priming effects (in Chinese). *Acta Psychological Sinica*, 2001, 33: 111 ~ 116  
(杨炯炯, 翁旭初, 管林初等. 联想启动与知觉启动的比较研究. *心理学报*, 2001, 33 (2): 111 ~ 116)
  - 15 Musen G, O 'Neill J E. Implicit memory for nonverbal associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1997, 23 (5): 1192 ~ 1202
  - 16 Musen G, Squire L R. On the implicit learning of color - word associations using a Stroop paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1993, 19 (4): 789 ~ 798
  - 17 Cave C B, Bost P R, Cobb R E. Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1996, 22 (3): 639 ~ 653
  - 18 Light L L, Kennison R, Prull M W, et al. One - trail associative priming of nonwords in young and older adults. *Psychology and Aging*, 1996, 11 (3): 417 ~ 430
  - 19 Zeki S, Marini L. Three cortical stages of color processing in the human brain. *Brain*, 1998, 121: 1669 ~ 1685
  - 20 Rieger B; Markowitsch H J. Implicit and explicit mnesic performance of patients with prefrontal, medial temporal, and basal ganglia damage. *Neurology Psychiatry and Brain Research* 1996, 4 (2): 53 ~ 74
  - 21 Miller E K. The prefrontal cortex: complex neural properties for complex behavior. *Neuron*, 1999, 22: 15 ~ 17
  - 22 Swick D. Effects of prefrontal lesions on lexical processing and repetition priming: an ERP study. *Cognitive Brain Research*, 1998, 7 (2): 143 ~ 157
  - 23 Yang J, Zhou X, Chen X. Executive dysfunction and the related diseases (in Chinese). *Chinese Journal of Psychiatry*, 2002, 35 (2): 122 ~ 124  
(杨炯炯, 周晓林, 陈焜之. 大脑执行功能障碍与相关疾病. *中华精神科杂志*, 2002, 35 (2): 122 ~ 124)
  - 24 Robbins T W. Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. In: Roberts A C, Robbins T W, Weiskrantz L W ed. *The Prefrontal Cortex: executive and cognitive functions*. Oxford University Press, 1998. 117 ~ 130
  - 25 Slavin M J, Mattingley J B, Bradshaw J L, Storey E. Local - global processing in Alzheimer 's disease: an examination of interference, inhibition and priming. *Neuropsychologia*, 2002, 40 (8): 1173 ~ 1186
  - 26 Goldman - Rakic P S. Modular organization of prefrontal cortex. *Trends in Neuroscience*, 1984, 7: 419 ~ 424

## ROLE OF THE FRONTAL LOBE IN PERCEPTUAL PRIMING EFFECTS : ANALYSIS OF COLOR NAMING AND WORD NAMING TASKS

Yang Jiongiong<sup>1</sup>, Weng Xuchu<sup>2</sup>, Guan Linchu<sup>2</sup>, Kuang Peizi<sup>2</sup>, Zhang Maozhi<sup>3</sup>, Sun Weijian<sup>4</sup>, Yu Shengyuan<sup>5</sup>

*(<sup>1</sup> Department of Psychology, Peking University, Beijing, 100871 China)*

*(<sup>2</sup> Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101 China)*

*(<sup>3</sup> Department of Neurosurgery, Beijing Tiantan Hospital, Beijing, 100050 China)*

*(<sup>4</sup> Department of Neurosurgery, Chinese PLA Academy of Medical Science, Beijing, 100853 China)*

*(<sup>5</sup> Department of Neurology, Chinese PLA General Hospital, Beijing, 100853 China)*

### Abstract

This study explored the role of frontal lobe in associative perceptual priming and perceptual priming effects. Twenty-five frontal lobe lesioned patients and 18 age, gender and education matched control subjects were examined. Each patient did general basic neuropsychological tasks, then they did color naming (25 patients), word naming (11 patients) and corresponding recognition tasks in counterbalanced order. The results demonstrated that in both speeded naming tasks, the patients did not show any facilitation on the reaction time of the old colored word relative to the recombined ones, suggesting their impairments both in associative priming and perceptual priming. The recognition memory of mild memory deficit patients was not significantly different from that of the controls. The correlation analysis showed that there were modest but significant correlation between associative priming, perceptual priming effects and some of frontal lobe functions. These results suggest that the frontal lobe plays a role in associative perceptual priming and perceptual priming effects, probably mediated by its executive functions such as inhibition and selective attention.

**Key words** associative priming; perceptual priming, frontal lobe; implicit memory, executive functions.